



港口、港湾和码头环境、健康与安全指南

前言

《环境、健康与安全指南》（简称《EHS指南》）是技术参考文件，其中包括优质国际工业实践（GIIP）所采用的一般及具体行业的范例。¹。如果一个项目有世界银行集团的一个或多个成员国参与，则按照成员国政策和标准的要求，适用《EHS指南》。本《EHS指南》是针对具体行业，应与《通用EHS指南》共同使用，后者提供的指南针对所有行业都可能存在的EHS问题。如果遇到复杂的项目，可能需要使用针对多个行业的指南。在以下网站可以找到针对各行业的指南：<http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines>。

《EHS指南》所规定的指标和措施是通常认为在新设施中采用成本合理的现有技术就能实现的指标和措施。在对现有设施应用《EHS指南》时，可能需要制定具体针对该场所的指标，并需规定适当的达标时间表。

在应用《EHS指南》时，应根据每个项目确定的危险和风险灵活处理，其依据应当是环境评估的结果，并应考虑到该场所的具体变量（例如东道国具体情况、环境的吸收能力）以及项目的其他因素。具体技术建议是否适用应根据有资格和经验的人员提出的专业意见来决定。

如果东道国的规则不同于《EHS指南》所规定的指标和措施，我们要求项目要达到两者中要求较高的指标和措施。如果根据项目的具体情况认为适于采用与本《EHS指南》所含规定相比要求较低的指标和措施，则在针对该场所进行的环境评估中需要对提出的替代方案作出详尽的论证。该论证应表明修改后的指标能够保护人类健康和环境。

适用性

《港口和码头 EHS 指南》适用于货运和客运的商业港口和码头。航运（包括船舶修理和维护）、燃料码头或铁路有专门针对本行业的《EHS指南》，具体而言，分别是《航运业 EHS 指南》、《原油和石油产品储存 EHS 指南》和《铁路业 EHS 指南》。附录 A 摘要描述了各种行业活动。本文由以下几个部分组成：

1 具体行业的影响与管理

¹ 定义是：熟练而有经验的专业人员在全球相似情况下进行同类活动时，按常理可预期其采用的专业技能、努力程度、谨慎程度及预见性。熟练而有经验的专业人员在评估项目可采用的污染防控技术时可能遇到的情况包括（但不限于）：不同程度的环境退化、不同程度的环境吸收能力、不同程度的财务和技术可行性。



2 指标与监测

3 参考文献

附件 A 行业活动的一般说明

1 具体行业的影响与管理

本章主要概述了与港口和码头建造及运营有关的 EHS 问题，以及对这些问题的管理建议。关于如何管理大多数大型工业和基础设施项目的常见 EHS 问题的建议（包括选址和累积性影响考虑因素）请参阅《通用 EHS 指南》。

1.1 环境

港口和码头建造及运营的环境问题主要包括：

- 疏浚物管理
- 大气排放物
- 一般性废弃物的接收
- 废水
- 固体废弃物管理
- 有害材料和油的管理
- 噪声
- 生物多样性

疏浚物管理

建造及维护性的疏浚，以及疏浚弃土处置，可能对栖息地造成影响，对人类健康和环境构成重大危害，特别是如果泥沙沾染了历史上沉积和积累下来的有害材料（无论是因为现场还是场外的活动所导致）。¹ 应采取以下建议，作为海上疏浚管理计划的一部分，避免、尽量降低或控制疏浚物造成的影响。²

疏浚规划活动

- 疏浚应仅在确有必要时进行，并且必须评估是否有必要建造新的基础设施或港口航道，以开辟安全的航道或维护航道安全，或出于环保原因，清除被污染的物质，以减少对人类健康和环境的影响；
- 在启动疏浚活动之前，应评估疏浚物的物理、化学、生物和工程性质，为评估疏浚物的再利用或处置方案提供依据。³

¹ 一般而言，可在沉积物中积累下来的有害材料包括来自城市地表或农业径流的重金属或持久性有机污染物。

² 此外，环境风险还取决于有害材料的浓度和类型、疏浚方法、拟定的处置方案，以及在疏浚物管理周期内，与人类和活生物体的潜在接触方式。因此，要开展疏浚活动，必须评价潜在的影响和咨询专家的意见。

³ 有关疏浚物的评估方法，其他信息见东北大西洋海洋环境保护委员会（简称 OSPAR）疏浚物管理指南（1998）和疏浚物有效利用指南（1996）。



疏浚

- 应选择适当的挖掘和疏浚方法，尽量减少泥沙悬浮、尽量减少对底栖生物栖息地的破坏、提高操作准确度以及保持疏浚物密度，特别是在疏浚区包含被污染海域的情况下。根据泥沙深度和环境问题（例如有必要减少泥沙悬浮和提高疏浚准确度），目前有数种常用的疏浚方法：¹
- 应识别对海洋生命具有敏感性的区域，例如摄食地、繁殖地、产仔地和产卵地。如果有敏感物种，疏浚（和爆破）时应避开鱼类迁徙或产卵的季节、路线和地区；
- 采用技术手段（例如设置淤泥屏障），以尽量减少泥沙悬浮对水生生物的负面影响；
- 应检查和监督疏浚作业活动，以评估影响预防策略的有效性，并作必要的重新调整。

疏浚物的处置

- 应对疏浚物进行分析，以选择适当的处置方案（例如填海造陆、开放水域弃置或围堵式弃置）。对未污染的疏浚物，应考虑进行有益的再利用（例如用于建造或改善湿地、恢复栖息地或建造向公共开放的设施/公共休闲设施）；
- 应考虑采用水下抛弃，对疏浚物进行水力弃置；
- 对开放水域弃置，应考虑采用横向围堵。使用采沙坑或围堤，减少泥沙扩散以及对底栖生物体的影响；
- 应考虑用清洁材料来覆盖采取围堵式弃置的泥沙。采用由顶至底的全覆盖，或采沙坑/围堤与覆盖相结合，可减少被污染泥沙的水下扩散；
- 如果开放水域弃置不具可行性或不符合要求，应考虑使用围堵式弃置设施（近岸或高地）。如果疏浚弃土已被污染，围堵式弃置设施应有衬砌或采用其他水力围堵设计方案，以防污染物渗入毗邻的地表或地下水体。排放前可能须对脱水液（例如金属和持久性有机污染物）进行处理。应根据废水的类型和毒性以及排放地点，制定具体的排放质量标准；
- 许多泥沙污染来源于周边流域的土地使用做法，因此港口管理机构应与国家和地方的主管机关以及流域内相关设施的所有人及经营机构合作，减少关键污染物的来源。这可能涉及向主管机关说明疏浚物的处置难度；积极参与当地或国家的机构设立的流域保护计划，或积极参与执行针对港口所在流域内污染物来源的地表水体排放许可制度（如有）；以及积极参与土地规划程序。^{2, 3}

大气排放物

港口经营中最主要的空气污染物来源包括船舶推进及辅助发动机和锅炉的燃烧排放物，主要污染物是二氧化硫（SO₂）、氮氧化物（NO_x）、温室气体 [例如二氧化碳（CO₂）和一氧化碳（CO）]、细微颗粒物（PM）和挥发性有机化合物（VOC），其次是车辆和陆地发动机和锅炉的

¹ 例如，疏浚方法包括抓斗式挖泥船、反铲式挖泥船、耙吸式挖泥船以及冲吸式挖泥船。

² 系依据美国港务局协会的建议。

³ 还请参考国际海事组织（IMO）的《防止倾倒废物及其他物质污染海洋的伦敦公约》（及其 1996 年议定书）和为海上处理疏浚物而编制的指南。



燃烧源排放，排放类似的污染物。

燃料的储存和转运也可能排放挥发性有机化合物（VOC）。干散货的储运，以及陆上建造活动和未铺面道路上的车辆交通，也会造成颗粒物排放。

建议的大气排放物管理策略包括：

燃烧源

- 制定针对船舶经营者的空气质量管理程序，例如：¹
 - 氮氧化物（NO_x）和硫氧化物（SO_x）的排放不得超过国际条约所规定的限值²；
 - 在可行的情况下，或根据国际条约的规定，在港口使用低硫燃料³；
 - 在港口出入区内减速航行，只有在离开港区之后才能全速航行；
 - 在港期间或在不利的大气状况下，避免或限制对蒸汽锅炉的管道或烟道进行吹灰；
 - 如果港口从岸上向船只提供电力以减少装卸期间的船载电力消耗，则如果系岸超过一定时间，要求船只关闭发电机（使用“岸上电力”）。
- 根据有必要加以考虑的当地空气质量问题，港务机构应制定针对地面作业的空气质量管理程序，可包括：
 - 转运设备（例如起重机、叉车和卡车）保持良好的工作状况；
 - 升级改造地面车队，采用低污染的卡车和车辆，使用替代燃料和混合燃料；
 - 鼓励减少装卸期间的发动机空转；
 - 鼓励进行储存规划，以避免或尽量减少货物的转储和重新装箱。
- 设计新的设施，以尽量减少船舶装卸设施与货场之间的运输距离。

挥发性有机化合物

应尽量减少燃料储存和转运作业中的挥发性有机化合物排放，具体是通过：选择设备，例如在燃料储存、装卸和加油作业中采用浮顶储罐或蒸气回收系统（具体取决于所储存燃料的类型）；以及采用相关的管理做法，例如在空气质量恶劣期间限制或禁止装卸作业，或实施储罐和管道泄露检测及维修计划。燃料储运方面的挥发性有机化合物排放预防和控制建议，参见《通用EHS指南》和《原油和成品油销售终端业EHS指南》。⁴

粉尘

- 干燥散货的储运设施应采取尽量减少或控制粉尘排放的设计，包括：
 - 煤粉和石油焦储存在筒仓内；
 - 采取粉尘抑制手段（例如喷水或覆盖储存区域）；
 - 使用伸缩溜管，以消除使用吊具的必要性；
 - 在产生粉尘的作业中使用真空集尘器；
 - 采用浆体管道输送、气动脉动或连续螺旋输送机，并且对其他类型的输送机采取遮盖

¹ 港务机构并非总是能够直接控制港口内的船只运行和租户作业活动，但可制定港口设施使用规定，并在租户的租用及租赁协议中作出相应的规定。此外，港口经营者还可采取财务激励措施（例如收费优惠），以影响港口内船只和租户的行为。

² 《防止船舶污染国际公约（MARPOL 73/78）》附件六第三章第 13 和 14 条对船舶的 NO_x 和 SO_x 排放作出了规定。

³ MARPOL 73/78 附件六第三章和第 14 条对船舶用燃料油的硫含量作出了规定。

⁴ 欧洲联盟（欧盟）储存场所排放最佳可用技术参考文件（BREF）（2005）也规定了其他挥发性有机污染物排放管理策略。还可参阅欧盟挥发性有机污染物指令（EU VOC Directive 1999/13/EC）。



措施：

- 尽量减少物料的自由坠落；
- 尽量降低干货堆的高度，货堆四周设置围墙；
- 从货堆底部取料，以尽量减少扬尘；
- 确保不进行装卸作业时关闭舱口；
- 运输车辆采取覆盖运输；
- 定期清扫船坞、卡车/铁路货场和铺面的道路表面。
- 对建造和运营阶段作业活动适用的其他粉尘防控建议，参见《通用EHS指南》。¹

废水

与港口作业有关的废水可包括雨水和港口作业产生的污水，以及船舶的污水、压舱水（例如油轮的压舱水）、舱底水和船舶清洗废水。船舶污水和废水的生化需氧量和大肠杆菌的含量很高，同时有浓度很低的药品等其他成分，通常 pH 都很低。清洗废水可能包含油等残留物。舱底水包含污染物，生化需氧量和化学需氧量很高，并包含浓度很高的溶解固体、油和例行操作所累积的其他化学品。

港口污水和雨水

对港口设施排出的雨水和污水，应根据《通用 EHS 指南》中提出的建议加以管理。具体针对港口设施排出的雨水和污水，其他建议包括：

- 避免修建直接向地表水域排放的雨水排水集水池，在油或有害材料意外泄露风险高的区域使用贮水池（例如加油点或油料转移点），并在所有径流收集区设置油/砂土或油水分离器。应定期保养油水分离器和截流集水池，保证正常工作。回收作为有害材料处置的被污染固体或液体（参阅《通用 EHS 指南》）；
- 采用过滤机制（例如排水过滤垫、过滤钱堤、沉积区和沉积池），防止沉积物和颗粒物进入地表水。

船舶废水

- 港口经营者应根据MARPOL和国家法规，为船舶在港期间产生的所有废水提供收集、储存和转运和（或）处理服务，保证废水设施容量足够并且类型适当：²
- 应使用驳船、车辆或中央收集系统和储罐来收集油性废弃物和废水。³ 应根据MARPOL的相关规定，确定油性废弃物的收集能力；⁴
- 油气舱清洗产生的废水包含有毒的化学品，应收集起来在现场或其他地点进行处理后再排放。不相容的物质不应收集系统内混合。应根据废水的特性确定处理方法；⁵
- 船舶排出的污水应按照《通用 EHS 指南》的建议，收集起来，在现场或现场外的其

¹ 欧洲联盟（欧盟）储存场所排放最佳可用技术参考文件（BREF）（2005）也规定了其他粉尘管理策略。

² 与《国际海事组织（IMO）港口接收设施综合手册》相一致。

³ 港口接收设施可能需要接收的油性废弃物包括污浊压舱水、包含油轮清洗所产生的化学品、污垢和污泥的油性混合物、油性舱底水以及燃料净化器产生的污泥（IMO MEPC.3/Circ.4/Add.1, 20 December 2004）。

⁴ 参阅 MARPOL 73/78 的附件一第二章第 12 条。

⁵ 根据 MARPOL 73/78 的附件二第 7 条，接收有毒液体物质的液货软管及管道系统不能将液货送回船舶。



他地点进行处理。

- 港内服务的小型船只应配备可向岸上设施排污的循环厕所或化学厕所。

废弃物管理

根据港口作业的性质和所服务船舶的类型，与港口作业有关的固体和液体废弃物的类型和数量可能有很大的差异。港口自体产生的废弃物可能包括货物包装和行政办公室的惰性固体废弃物，以及与船只维护作业有关的有害或可能有害的废弃物（例如废润滑油和发动机除脂溶剂）。来源于船舶的废弃物可包括油性污泥（见上文“废水”部分）、食品包装等惰性材料以及食品废弃物。

有关港口产生的有害或无害废弃物，相关指导意见参阅《通用 EHS 指南》。关于港口设施接收的船舶产生的废弃物，下文阐述具体的预防、尽量减少和控制建议。

一般性废弃物的接收

港口设施应提供充足手段以接收和管理废水和废弃物，以满足自身、来港船舶以及港口的设计服务对象的需求。¹ 应根据港口国对《MARPOL 公约》²的承诺，与当地政府共同确定废弃物接收设施的规范。港口废弃物接收设施应提供足够的能力以接收港口和船舶产生的废弃物，包括大小和地点适当的接收容器，并有能力消化废弃物数量的季节性波动。³

船舶废弃物

- 应向船长提供信息，以识别港口的固体废弃物接收设施和可接受的处理程序；
- 根据 MARPOL 和国家的规定，应禁止船只排放固体废弃物。为了保护港口环境，必要时可考虑最严格的限制措施；
- 应根据《国际海事组织（IMO）港口接收设施综合手册》的规定，为靠泊和锚泊的船舶建立船舶所产生垃圾的收集和处置系统。泊位上应提供可关闭垃圾斗，并应使用装备了垃圾斗的非自航或自航驳船来收集锚泊船舶上的垃圾；
- 对于从船舶移送到港口的食品废弃物，应根据当地旨在保护人类和动物健康的法律加以管理。¹ 当地的要求可能包括处理、焚烧或填埋食品废弃物和包含食品废弃物的混合废弃物。

有害材料和油的管理

港口的有害材料包括大量的有害货物，以及港口作业（包括船只、车辆和地面维护）使用的油、燃料和有害物质。在货物驳运或加注燃料期间，事故（例如碰撞、搁浅和火灾）、设备故障（例如管道、软管和法兰）或操作程序不当均可导致溢漏，涉及原油、石油炼制品或残留燃料、液体物质和有包装的物质。另外，设备维护中可能使用有潜在危害的材料，包括溶剂和润滑剂。一般性的有害材料管理，参见《通用 EHS 指南》。以下介绍其他具体针对港口的预防、

¹ 由于船舶须负责与废弃物管理有关费用，因此这些服务应采用均衡的收费结构，既可回收服务成本，又不会诱导海上倾倒行为（EU Directive 2000/59/EC）。

² 《1973 年关于防止船舶污染的国际公约》（根据 1978 年议定书修改）（MARPOL 73/78）。

³ 《国际海事组织（IMO）港口接收设施综合手册》（1999）



尽量减少和控制手段建议。

溢漏预防

- 油及化学品储运设施的选址应考虑自然排水体系和环境敏感区域(例如红树林、珊瑚、水产养殖项目和海滩,尽可能有物理上的隔离/距离);
- 港口应对地上液体储罐和罐车装卸区采取二次围堵措施;
- 有害材料储运设施的建造地点应远离交通繁忙地带,防止储存区发生车辆事故。对于泄漏的有害货物应设立有顶盖和通风良好的临时储存区,并采取有利于收集溢漏物的设计(例如,采用斜坡面来收集溢漏物,采用带阀门的收集池,使溢漏物进入死端收集池,可用泵从收集池内抽取溢漏的物料);
- 加油设备应配备“快速截断”软管连接,以便在加油接头因移动而断开时紧急停止加油。加油设备应作日常检查,以确保所有部门均状态良好。

溢漏控制规划

- 港口经营者应根据《国际海事组织油污手册 II——应急预案》的规定,制定防止、控制和处理溢漏的预案,该预案:
 - 须识别港口内的有害材料溢漏敏感区以及任何取水点(例如岸上工业设施的冷却用水取水点);
 - 阐明溢漏、泄漏和其他污染事故的管理责任,包括报警机制,以确保立即向港务机关报告任何溢漏事故,并告知有关人员采取适当的行动;
 - 须提供专门的溢油处理设备(例如围油栏、回收装置以及浮油回收船或消油剂喷洒船);
 - 须包括对应急人员进行设备部署培训,通过定期的报警演习和较低频次的专用溢油处理设备部署,对应急预案进行测试;
 - 须包括对应急人员进行与溢油有关的动物福利措施培训。

危险货物处理

港口应实施根据当地和国际的标准和规则,²对危险货物进行适当检查、放行和运输的系统,包括以下组成部分:

- 设立隔离和控制出入的存储区,并配备收集或围堵意外溢漏物的手段;
- 无论是中转、装船还是卸船,均须提供“危险货物舱单”,内容包括正确的运输名称(技术名称)、危害等级、联合国编码和包装类别;³
- 对工作人员进行危险货物管理有关方面的培训,包括危险货物的港口检查和放行;
- 具体针对危险货物的应急程序。

¹ 各国对来自抵港国际船舶的配餐废弃物有具体的监管要求。大多数监管条例的目标是防止传播性疾病的越界传播。

² 举例而言,其他要求可能包括东道国在《控制危险废物越境转移及其处置的巴塞尔公约》(<http://www.basel.int/>)和《关于在国际贸易中对某些危险化学品和农药采用事先知情同意程序的鹿特丹公约》(<http://www.pic.int/>)。

³ 系依据《国际海事组织国际海上人命安全公约(SOLAS)》的第七章(“危险物品的载运”(1974)以及《国际海运危险货物(IMDG)规则》(2004)。



噪声

港口的噪声源包括货物装卸、车辆交通和集装箱和船舶的装卸。可能影响噪声水平的大气状况包括湿度、风向和风速。植被（例如树木）和墙壁可降低噪声水平。不应超过最大允许环境噪声水平分贝值，关于防止和控制噪声的建议参见《通用 EHS 指南》。

生物多样性

建造及维护性的疏浚、疏浚弃土处置、码头、防波堤和其他水工构筑物的建造，以及侵蚀，可能水生生物栖息地和沿岸栖息地造成短期和长期的影响。直接影响可包括在物理上毁灭或覆盖海底栖息地、海岸栖息地或陆上栖息地，间接影响则来源于泥沙悬浮或排放雨水和废水所造成的水质变化。¹ 另外，船舶在港口作业期间排放压舱水和沉积物，可能会引入入侵水生生物种。要防止或控制这些影响，建议的措施包括：

- 应全面评估港口建造及运营过程中对沿岸植被、湿地、珊瑚礁、渔业、鸟类生命和其他敏感的水生生物栖息地及近岸栖息地的潜在影响，特别考虑有高度生物多样性价值或是极度濒危或濒危动植物种生存所必须的区域。在设计阶段，应从栖息地破坏和疏浚工作量和性质的角度出发，考虑港口的深度。此外，对于建造期间可能对海洋生物体及其栖息地造成显著影响的爆破作业，应采取有针对性的预防和减缓措施；²
- 港口的压舱水舱清洗或维修部门应配备足够的接收设施，以防引入入侵物种。处理技术可包括港口接收设施所接收其他废水的处理方法，或更有针对性的方法，例如过滤、灭菌（例如使用臭氧或紫外线）或化学处理（例如灭生物剂）；³
- 港口应向船舶经营者提供港口、港口国或港务机构压舱水管理要求的详细信息，包括接收设施的具备情况、位置和容量以及关于应避免装取压舱水的地区和情况。⁴

有关在设计和建造作业中避免或尽量减小对栖息地的影响，其他指导参见《通用 EHS 指南》。

1.2 职业健康与安全

港口建造和报废阶段的职业健康与安全问题与大多数大型基础设施和工业设施都相同，关于这些问题的预防和控制，参见《通用 EHS 指南》。这些问题主要包括接触粉尘和建筑材料和拆卸废弃物中可能存在的有害物质（例如石棉）、其他建筑组成部分中的有害材料（例如电气设备中的多氯联苯和汞），以及与使用重型设备或使用炸药有关的身体危害。

与港口作业活动具体有关的职业健康与安全问题包括：

- 身体危害
- 化学危害

¹ 某些水工结构物（例如码头和防波堤）的建造以及新生层泥沙的弃置，也可能为水生生物体创造新的栖息地。

² 关于防止海上爆破产生的影响，更多信息见：http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans-habitat/index_e.asp。

³ 关于处理压舱水以避免释放有害水生生物体，“全球压舱水处理计划”（<http://globallast.imo.org/>）提供了更多的信息。

⁴ 《国际船舶压舱水及其沉积物控制和管理公约》（2004）和国际海事组织（IMO）的《控制和管理船舶压舱水使有害水生生物



- 封闭空间
- 接触有机和无机粉尘
- 接触噪声

一般规定

港口作业活动应符合相关的国际条例和标准，包括：

- 国际劳工组织（ILO）港口安全与健康操作规则（2005）；
- 国际劳工组织全体大会通过的《职业安全与健康（码头工作）公约》（第 C-152 号公约，1979 年）；
- 国际劳工组织全体大会关于职业安全与健康（码头工作）的建议（第 R-160 号）；
- 国际海事组织固体散货操作规则（BC 规则）；
- 国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则（IBC 规则）；
- 国际散装谷物安全运输规则（“国际谷物规则”）；
- 散货船安全装卸操作规则（BLU 规则）；
- 国际海运危险货物规则（IMDG 规则）。

身体危害

港口的主要身体危害来源于货物装卸和相关机械和车辆的使用。有关管理身体危害的一般建议，参见《通用 EHS 指南》。以下介绍其他具体针对港口的预防、减少和控制手段：

- 实施上述国际操作规则提出的建议，包括：¹
 - 人与车辆分离，车辆通道尽可能是单向通道；
 - 确定相应的出入手段，尽可能确保悬吊载荷不会通过人的头顶；
 - 港口的地面构造应：具有足够的强度以支撑预期的最重载荷；平整，或仅略有坡度；没有洞、裂缝、凹陷、不必要的镶边石或其他凸出物；连续无间断；并且防滑；
 - 提供与到港船只的大小和类型相适应的安全的出入安排。这些出入安排应包括护栏和（或）适当固定的安全网，以防工人从船舷与临近的码头之间落水；
 - 每个露天甲板和“甲板间”舱口均采取有效的防护措施，打开时要有足够的防护高度；
 - 如果舱口盖的强度不够，避免货物放在舱口盖上，或允许车辆在舱口盖上通行；
 - 在合理可行的前提下，如果货舱内正在使用修整机或抓斗，不允许工人在货舱内工作；
 - 所有吊具均须检验合格后方可使用；
 - 所有不属于起重机械的组成部分、可拆卸的吊臂、吊架、真空起重装置或磁性起重装置，如自重超过 100 千克（kg），均须作清楚的标记（标明自重）；
 - 一次性使用托盘和类似的一次性使用装置使用前须进行检查，避免重复使用此类一次性使用装置；

和病原体的. 转移降至最小程度指南》（1997）提供了更多信息。

¹ 这里列出的建议主要是依据国际劳工组织（ILO）的《港口安全与健康操作规则》（2005）。



- 起重机械配备紧急逃离操作室的手段以及将受伤或生病的操作员移出操作室的安全手段。
- 应安装伸缩臂式装载机和输送机，尽量降低物料自由坠落的风险；
- 物料装卸作业应采用简单的线性布局，以减少设立多个转运点的必要性。

化学危害

港口工人可能会接触到化学危害（特别是在工作中要直接接触燃料或化学品的情况下），具体取决于港口作业中所转运的散装和有包装产品的性质。如果工作中接触燃料，在正常使用或发生溢漏时，有吸入或皮肤接触挥发性有机化合物（VOC）的风险。燃料、易燃液体货物和易燃粉尘也可能带来火灾和爆炸的风险。有关预防、减小和控制化学危害接触风险的建议措施，参见《通用 EHS 指南》。

封闭空间

与所有工业部门一样，封闭空间危害可能是致命的。因港口设施和工种不同（包括货物装卸），港口工人的封闭空间事故风险也存在差异，封闭空间可包括船舶货舱、筒仓、污水舱和水舱。港口经营者应实施封闭空间进入制度，详见《通用 EHS 指南》。具体涉及到进入货舱，封闭空间进入管理规定应包括防止或尽量减少在货舱内部使用燃烧设备（包括加油作业）的制度，并就替代出口作出规定。

粉尘

细微颗粒来自干货的装卸作业（取决于所装卸货物的类型，例如陶瓷黏土、谷物和煤）和道路扬尘。与港口有害粉尘相关的职业健康与安全影响与其他行业类似，关于如何防止和控制此类影响的信息包含于《通用 EHS 指南》。有关预防、尽量减少和控制粉尘产生的具体建议，参见本文件的“大气排放物”部分。

噪声

港口的噪声源包括货物装卸（包括车辆交通）和集装箱和船舶的装卸。有关应加以管理的职业噪声接触，参见《通用 EHS 指南》。

1.3 社区健康与安全

港口建造阶段的社区健康与安全问题和大多数大型基础设施和工业设施都相同，参见《通用 EHS 指南》。这些影响主要包括施工车辆通行造成的粉尘、噪声和振动，以及临时建筑工人带来的传播性疾病。

以下是港口操作阶段的具体问题：

- 港口海上安全
- 港口安全
- 视觉影响



港口海上安全

为确保船舶的安全运行，从旅客安全到运输化学品和油的船舶在港湾和港口区内的安全出入及操纵，经营者要承担一些必要的关键责任。因此，港口经营者应实施能够有效识别和纠正不安全状况的安全管理体系（SMS）。

该安全体系应包括相关规定，以监管船舶在港湾内的安全移动（包括引航程序）、保护普通公众免于港湾内海上作业所导致危险以及预防可能伤害工人、公众和环境的事件。安全管理体系应包括全面的应急准备和响应预案，根据紧急事件的性质和严重程度，确定所需的港口和社区资源，协调一致地处理紧急事件。¹

港口安全

港口经营者应清楚理解自身的责任，包括向旅客、船员和港口工作人员提供安全保证的国际法律和技术的义务。根据相关的国际法要求，可完成港口作业的“港口设施安全评价”，然后任命港口设施安全总监，并根据风险评价的结果编制“港口设施安全计划”，从而建立港口的安全安排（例如出入控制）；²

视觉影响

永久性和临时设施以及船舶可能对景观造成视觉变化，与散货堆场一样，夜间光照是港口带来的最显著变化之一，具体取决于港口与敏感区域（例如居民区或旅游区）的距离远近。过度光照还可能造成无脊椎昆虫的飞行路线以及定居/繁殖规律发生变化。对于视觉影响（包括过度的背景光照），在港口规划阶段应加以预防，在运营阶段应通过设置自然视觉障碍（例如植被）或遮光物（依具体情况而定）的方式加以管理。选择散货堆场的地点和颜色时也应考虑视觉影响。

2 指标与监测

2.1 环境

废气与废水管理指南

港口有别于传统行业之处在于，港口的固定污水排放源（废水和雨水）很少，因此大多数的废气和废水都很难连续监测。有关卫生污水和雨水的排放质量，参见《通用EHS指南》。¹与蒸气和发电活动相关的燃烧源，如果容量等于或小于 50 兆瓦热功率（MWth），其废气排放标准

¹ 要进一步了解安全管理体系的具体组成部分，可参考英国（UK）交通部的《港口海上安全规则》（2004）和《港口海上作业良好做法指南》（2003）。

² 港口的安全安排应符合国际海事组织对 适用《国际船舶与港口设施保安准则》和《国际海上人命公约》2002 年修正案（2003）的港口的相关要求和指导原则。



包含《通用EHS指南》。如果容量较大，则其废气排放标准包含于《热电EHS指南》。有关如何根据废气总排放量确定环境影响的指南请参阅《通用EHS指南》。

环境监测

本行业的环境监测制度应针对所有被确定为可能对环境造成重大影响的活动（包括在正常操作条件下和受干扰条件下的情况）。环境监测活动的对象应当是具体项目在废气、废水及资源使用方面的直接或间接指标。

监测的频率应当足以提供所监测参数的有代表性数据。监测应由受过训练的人员进行，应遵循监测和记录规范，并采用正确校准和维护的设备。监测数据应定期加以分析和审查，并与操作标准加以比较，以便采取必要的纠正行动。有关废气和废水取样及分析方法的更多指南包含于《通用EHS指南》。

其他建议的监督方法包括欧洲海港组织（ESPO）的“自我诊断法”，港口可使用该方法来审计自身在环境保护方面的长处和不足（ESPO 2003）。ESPO 建议港口每年进行一次评估。

2.2 职业健康与安全

职业健康与安全指南

应根据国际公布的风险暴露标准评估职业健康与安全状况。此类标准的例子有：美国政府工业卫生学家会议（简称ACGIH）公布的门槛限度值（TLV®）职业风险暴露指南和生物风险暴露指标（BEIs®）²、美国全国职业健康与安全协会（NIOSH）发布的《化学品危险手册》³、美国职业安全与健康署（简称OSHA）公布的可允许暴露限度（简称PELs）⁴、欧洲联盟成员国公布的指示性职业暴露限度值⁵以及其他类似的来源。

事故和死亡率

项目应努力将项目工人（无论是正式雇员还是合同工）发生事故的次数减少到零点，尤其是可能导致失去工作时间、各种程度的伤残、甚至死亡的事故。死亡率标准可参照发达国家此部门的死亡率数据（资料来源是公开发表的出版物，例如美国劳工统计数字局和英国健康与安全事务局发表的报告）⁶。

职业健康与安全监测

应当针对具体的项目监测工作环境的职业危险。监测工作应当由获得认证的专业人员⁷进

¹ 关于油驳船或远洋/海运油轮清洗作业的废水处理标准，请参阅 US EPA 40 CFR 442.30。

² 刊载于：<http://www.acgih.org/TLV/> and <http://www.acgih.org/store/>。

³ 刊载于：<http://www.cdc.gov/niosh/npg/>。

⁴ 刊载于：http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992。

⁵ 刊载于：http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/。

⁶ <http://www.bls.gov/iif/>和 <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>。

⁷ 有资格的专业人员可包括持有证书的工业卫生专家、注册职业卫生专家、持有证书的安全专家，或与此类专家具有同等资格



行设计和执行，并作为职业健康与安全监测制度的组成部分。工作场所还应保持职业事故与职业疾病、危险时间和事故的记录。有关职业健康与安全监测制度的更多指南包含于《通用EHS指南》。

3 参考文献与其他资料来源

- [1] ABP Research & Consultancy Ltd. Good Practice Guidelines for Ports and Harbours Operating In or Near UK European Marine Sites. Southampton, UK: ABP Research, 1999.
- [2] American Association of Port Authorities. Environmental Management Handbook. Alexandria, VA: AAPA, 1998. <http://www.aapa-ports.org/home.cfm>.
- [3] Associated British Ports Holdings PLC. <http://www.abports.co.uk/>.
- [4] Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR). OSPAR Guidelines for the Management of Dredged Materials. 1998. <http://www.dredging.org/documents/ceda/downloads/environment-ospar-dmguidelines.pdf>.
- [5] Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA). Environmental Impact Assessment: Guidelines for Development of Ports, Harbours and Marinas. 2005. http://www.eea.gov.eg/arabic/main/guides/harbour_main.pdf.
- [6] European Seaports Organization (ESPO). Annex to the Environmental Code of Practice of ESPO. Brussels: ESPO, 2004.
- [7] ESPO. Environmental Code of Practice. Brussels: ESPO, 2003.
- [8] ESPO. Environmental Review. Brussels: ESPO, 2001.
- [9] European Commission (EC). Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques (BREF) on Emissions from Storage. 2006. <http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>.
- [10] European Union (EU). Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues-Commission declaration. November 27 2000. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0059:EN:HTML>.
- [11] Global Environment Facility (GEF) /United Nations Development Programme (UNDP) /International Maritime Organization (IMO). Global Ballast Water Management Program. <http://globallast.imo.org/>.
- [12] Gupta A K, Gupta S K, Patil R S. Environmental Management Plan for Port and Harbour Projects. Clean Technology Environmental Policy (2005) 7: 133-141.
- [13] International Labor Organization (ILO). Safety and Health in Ports. ILO Code of Practice. Geneva: ILO, 2005.
- [14] ILO. General Conference of the International Labour Organisation. Convention concerning Occupational Safety and Health in Dock Work, C-152. Geneva: ILO, 1979.
- [15] ILO. The General Conference of the International Labour Organisation. Recommendation concerning



- Occupational Safety and Health in Dock Work, R-160. Geneva: ILO, 1979.
- [16] International Maritime Organization(IMO). Code of Practice for Solid Bulk Cargoes(BC Code). London: IMO, 2004.
- [17] IMO. International Convention for the Control and Management of Ships Ballast Water and Sediments.London: IMO, 2004.
- [18] IMO. International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code.London: IMO, 2004.
- [19] IMO. MEPC.3/Circ.4/Add.1. London: IMO, 20 December 2004.
- [20] IMO. International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code and Amendments to 1974 Solas Convention (2002). London: IMO, 2004.
- [21] IMO. International Convention on the Control of Harmful Anti-fouling Systems in Ships.London: IMO, 2001.
- [22] IMO. Comprehensive Manual on Port Reception Facilities.London: IMO, 1999.
- [23] IMO. Code of Practice for the Safe Loading and Unloading of Bulk Carriers (BLU Code). London: IMO, 1998.
- [24] IMO. Guidelines for the Control and Management of Ships' Ballast Water to Minimize the Transfer of Harmful Aquatic Organisms and Pathogens.London: IMO, 1997.
- [25] IMO. Manual on Oil Pollution-Section II-Contingency Planning.London: IMO, 1995.
- [26] IMO. International Code for the Safe Carriage of Grain in Bulk(International Grain Code). London: IMO, 1991.
- [27] IMO. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS) Chapter VII: Carriage of Dangerous Goods.London: IMO, 1974.
- [28] IMO. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto (MARPOL 73/78). London: IMO. 1973.
- [29] IMO. London Convention. Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter. 1972 and 1996 Protocol Thereto. London: IMO. <http://www.londonconvention.org/>.
- [30] Port of Auckland. <http://www.poal.co.nz>.
- [31] Port of Stockholm. <http://www.portofstockholm.se>.
- [32] Port of Brisbane. <http://www.portbris.com.au/>.
- [33] United Kingdom (UK) Department of Transport (DfT). Port Marine Safety Code.London: DfT, 2004. http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_shipping/documents/page/dft_shipping_505324.hcsp.
- [34] UK Department of Transport (DfT). Guide to Good Practice on Port Marine Operations.London: DfT, 2003. http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_shipping/documents/page/dft_shipping_505271.hcsp.
- [35] UK. Health and Safety Executive. <http://www.hse.gov.uk/statistics/>.
- [36] United States Environmental Protection Agency (US EPA). Indicators of the Environmental Impacts of Transportation. Highway, Rail, Aviation and Maritime Transport.Washington, DC: US EPA, 1996.
- [37] US EPA. 40 CFR Part 442.30. Subpart C – Tank Barges and Ocean/Sea Tankers Transporting Chemical and Petroleum Cargos.Washington, DC: US EPA, 2000.



[38] US EPA. Office of Compliance Sector Notebook Project, Profile of the Water Transportation Industry. Washington, DC: US EPA, 1997.

[39] World Bank. Technical Considerations for Port and Harbor Developments, Technical Paper Number WPT-0126. Washington DC: World Bank, 1990.

附件 A：行业活动的一般说明

港湾是指船只可下锚停泊、浮筒系泊或码头靠泊，（凭借自然或人工地物来）躲避暴风雨或大浪的一片水域。港口是指商业化的港湾或港湾的商业化部分，设有各类码头以及封闭码头，以及在岸上与船上之间转移货物的设施。设备包伙用于接收、搬运、暂存、合并和装卸水运货物或旅客的岸上设施及构筑物。港口的专用码头系专门用途（例如集装箱码头、散货水泥码头、铁矿砂码头和谷物码头），可由单独一家公司负责经营。港口还可提供船舶支持设施和服务，包括废弃物管理和废水排放、车辆和船只维护、油漆以及其他船只维护。

港口的地点位于海边及河口区域或远离海洋的内陆河边，从停泊游艇的小港湾，到岸线长达数千千米的大型国家港口¹，规模可大可小。大多数港口都是由政府所有的港务机构所受控制，根据按照每个港口的具体需求的国家和地方法律进行管理。根据这些法律和法规，港务机关负责管理其管辖范围内的港口和沿海水域，并负责管辖范围内船只的安全航行。

按所有权和经营模式划分，港口一般分三类：

- 政企合一模式：港务机关自己经营绝大部分的港口业务；
- 地主港模式：港口提供基本的服务和基础设施，由租户来经营绝大部分的港口业务；
- 混合模式：港务机关可经营一些港口业务，租户经营其他港口业务。

政企合一模式的港口，由港口直接负责管理可能对欢迎有影响的港口业务。地主港模式的港口一般不直接控制租户的活动，在租户的活动及这些活动对环境的影响中拥有重大的利益。²

陆上施工

陆上施工一般包括场地准备即开发、清除所有植被，平整土地以及开挖基础坑，工业开发项目都有的场地公用工程作业。港口开发包括建造新的基础设施和（或）修复现有的基础设施，例如码头和建筑物。陆上设施一般包括：

- 货物储运设施（例如起重机轨道和货物装卸桥、管道、道路、铁路线和其他货物配送、储存和堆垛区域、地上和地下储罐、仓库和筒仓）；
- 乘客登船/下船设施（例如停车场和行政办公建筑）；
- 船只支持设施（例如储存和供应水、电力、食品和油料/废油）；
- 排水网络；
- 废弃物管理和废水处理排放系统（例如，包括废水/污水、油污废水和压舱水）；
- 港口行政办公建筑；

¹ 洛杉矶港就是一例，占地 7500 英亩，岸线长 69.2 km，有 26 个货物码头。

² 美国港务局协会 1998 年 9 月出版的《环境管理手册》第 41 页。



- 设备维护和维修设施（例如车辆保养场）；
- 洪水风险高的港口的防洪设施（例如闸和堤坝）。

水工施工

水工设施包括泊位设施（例如港池、进港航道、引航道、船闸及防波堤）、货物装卸和摆渡设施（例如，货物转运码头、岸线保护和栈桥）、船台、舾装码头和干船坞。港口特有的离岸施工活动包括疏浚（以及疏浚物的处置）；挖掘和爆破；填充以及其他与码头、港池、引航道、坝、防波堤和干船坞有关的工程。

基建疏浚和疏浚物的处置

新港口的基建疏浚包括挖掘泥沙以增加泊位和航道深度，为大型船只进出创造条件。即使是新建港口，泥沙也可能包含污染物。大部分污染来源于毗邻流域的土地使用做法，随河流及地表径流进入湖泊、海湾和海洋，其中某些污染物，例如多氯联苯（PCB）、多环芳烃（PAH）、金属和农药，往往会在泥沙中富集。

在受河流、河口和陆地径流的泥沙沉积影响的区域，泥沙的沉积时间一般很长。因此，在疏浚挖槽的垂直剖面上，污染物的浓度可能有很大的纵向差别。一般而言，上层富含有机质，沙粒很细，受到的污染最严重。深度越大，通常物质颗粒比较粗或呈硬壳状，污染程度也比较轻。但是，历史上的污染（例如，废弃船厂所在地和以往溢漏所造成的污染），即使在此种物质中也可能造成污染。尽管疏浚泥沙的性质取决于该地区历史上的活动，但是疏浚航道或外港区域所挖出的泥沙往往颗粒较粗，没有受到过污染。可取样测试，评估泥沙的质量。

通过选择适当的疏浚方法，可减少疏浚或挖掘过程中泥沙的重新悬浮：

- 抓头式或蛤壳式挖泥船：使用一个安装在悬臂上的抓头来抓取泥沙，抓取时泥沙不易散开（例如，有水含量较低的优点）；
- 链斗式挖泥船：用机械方法抓取泥沙，往往是将多个泥斗连成斗轮或斗链；
- 反铲式挖泥船：实质是安装在岸上或平底驳船上的挖掘机，用于浅水区和封闭空间疏浚作业；
- 耙吸式挖泥船：一般用于海岸区域的维护性疏浚。通过吸头，海床上的沉积物被吸入接收舱（泥舱）；
- 冲吸式挖泥船：用很小的喷嘴在低压下将水射入海床，激起泥沙形成下坡向流动的浑浊流，然后挖泥船再喷出一股水将其吹散，或由海流带走。

疏浚物的排放通常须取得国家主管机关的许可证，一般情况下，无污染的疏浚物可抛入开放水域，或用于防止岸线侵蚀、用于海滩养护或作为填料使用。受污染的泥沙一般堆放在陆地或水中采取了围堵措施的抛泥场。

挖掘/爆破和碎石的处置

要灌注墩柱/桩柱和其他水下基础，以及建造港池和引航道，可能需要挖掘泥沙和泥沙下的岩层。软质岩层可用传统方法进行挖掘，例如使用螺旋钻机，但是硬质岩层则往往需要进行爆破。基础可能会打穿自然的低渗层，加剧海水和污染物的垂直运移。与疏浚一样，这些施工作业也会导致浑浊流，产生需要处置的碎石和其他砂石。炸药的使用通常会释放出氮，搅动水底



泥沙。此外，泥沙中的其他污染物，包括金属和石油产品，也可能被释放出来。未污染的碎砂石可抛入开放水域，或用于建造防波堤和其他地物，或用于人工造陆。被污染的碎砂石可能需要放入采取围堵措施的弃土场。

建造码头、防波堤、护岸和其他构筑物

码头和类似的构筑物，既提供船舶的泊位，也为船岸间的货物装卸提供平台。这些构筑物一般采用混凝土、钢材或用铬砷酸铜（CCA）或杂酚油进行防腐处理的木材。防腐处理过的木材可能会释放出防腐剂，由于毒性方面的问题，目前正在逐渐淘汰用铬砷酸铜进行防腐处理的木材。填充构筑物，例如防波堤，是港口设计的关键元素，占人工岸线的很长一部分，往往深入海湾、港湾或河口很远的地方。通常使用抛石防波堤，抛石作业是用自卸卡车、驳船抛填各种尺寸的石头（或碎石），或通过驳船的沉管进行抛石作业。

地面作业

港口的地面作业包括：货物装卸；燃料及化学品储运；旅客登船/下船；船舶支持服务；废弃物和废水管理；车辆和设备维护；以及建筑物和地面的维护。

货物装卸

货物装卸包括卸货、储存/堆垛和干货及液货的装载。货物一般包括集装箱、干散货、液体散货和一般货物。货物装卸包括使用各种交通工具（例如港内船只、卡车、大客车）以及火车和码头起重机、码头卡车和轨道式起重机。散货的转运可使用带抓斗的起重机和前装式装载机，或气动连续式装船机和卸船机，或皮带运输机。

化学品及石油的储运

有害货物（例如油类、液化气、杀虫剂和工业化学品），可能需要专门的装卸设施或在港口内开辟专门的装卸区，包括使用隔离舱、留空处所、货泵舱或空舱与其他货物进行隔离。散装燃料和液体化学品必须使用管道系统进行装卸。在转运和储存的过程中，可能会泄漏有害货物，污染土壤、地表水或地下水。此外，挥发性有机化学品可能会因蒸发而排入大气。

旅客登船/下船

港口区域内可能须设立专门的旅客码头，供旅客登船/下船使用，包括提供停车设施和临时驻留区。

船舶支持服务

港口可提供固体废弃物接收、电力供应、燃料和淡水等船舶支持服务。港口或港区内的服务公司可提供船舶燃料，使用油槽船供应燃料。此外，也可提供淡水，直接泵送上船。

废弃物和废水

港口经营机构须管理自己产生的废弃物和废水。固体废弃物的来源可能有物业的修缮和行政办公活动，废水的来源有雨水排水、生活废水和污水。但是，最大的废弃物和废水来源是船舶，政府拥有的港务机关往往要负责向船舶及其他来源的废弃物提供接收设施。下面各部分摘要介绍船舶产生的必须在岸基设施内进行处理的各种废弃物。

固体废弃物

船上及港口内产生的废弃材料包括塑料、纸张、玻璃、金属和食品废弃物。船上及船



只保养作业所产生的有害废弃物包括废油、电池、油漆、溶剂和杀虫剂。港口一般负责有害及无害废弃物的收集和储存，运输、处理和处置则交由第三方负责。港口可提供的废弃物接收设施有垃圾容器、通用垃圾斗和垃圾箱。

废水

船只产生的废水包括污水、船舱清洗废水、舱底水和压舱水。废水一般使用港区内的管道进行收集和运输。港口可收集废水，处理后排入地表水域，可在现场设立水处理系统，也可送往市政污水处理厂进行处理。

水边作业

船舶靠泊

船舶进出港口可使用自己的动力，也可由拖船拖带。船只靠泊在港内时，需要持续的电力来源以进行货物装卸、运行空调、通讯和其他日常工作。电力可由船舶的发动机或岸基设施提供。大多数船只都是使用柴油机，有些船只可能是用蒸汽机。船只的大气排放物主要是来自推进及辅助锅炉和发动机的颗粒物、一氧化碳、二氧化硫和氮氧化物。燃煤锅炉产生大量的颗粒物。燃煤和燃油锅炉吹除积碳时也会产生严重的颗粒物排放。

维护性疏浚

维护性疏浚即清除港池、引航道和坝内淤泥/泥沙的例行作业。维护性疏浚对保持和加大泊位深度和宽度有重要意义，可确保船舶的安全出入，并且邻近区域和船坞闸门内的水深能满足高效航行的需要，以确保船只安全出入港池和旱船坞。维护性疏浚可持续进行或几年进行一次，具体根据港口而定。

船只维修和保养

船只维修和保养，保护重新油漆，一般是在旱船坞内进行。尽管已经有危害较小的替代品，例如 DBE 二元酸酯、基于萜烯的半水性产品、苛性钠水溶液和基于洗涤剂的剥离剂，但是清除油漆使用的化学剥离剂一般还都是包含二氯甲烷的剥离剂。此外，也可用喷丸法清除旧油漆。尽管也可使用塑料丸，但喷丸法使用最多的还是钢丸。油漆一般采用喷漆工艺或手工涂刷。船体使用的防污漆一般都是包含重金属或金属有机灭生物剂，以尽量减少海洋生物体在船体上的生长。水基漆通常用于船只不在水中浸泡的部分。其他维修工作主要包括钣金和金属表面处理。船只维修和保养所产生的废弃物包括油、油乳化剂、油漆、溶剂、洗涤剂、漂白剂、溶解重金属、防污油漆碎屑和喷砂废弃物。对于金属表面处理作业，废水中可能还包含氰化物、重金属污泥、腐蚀性酸和碱。